

Henning BAUDLER

Hydrographisches Monitoring an der Biologischen Station Zingst der Universität Rostock

Hydrographical monitoring at the biological station of the University Rostock in Zingst

Abstract

The Darss Zingst Bodden is an inner coastal water body at the southern coast of the Baltic Sea and is being studied by the University of Rostock, Department of Biology now Institute for Biological Sciences, since 1969. The daily salinity measurements started already in April 1960 and the number of parameters increased to 20 when the Laboratory Station Zingst was found in 1977. The samples are taken daily not far from the station's location alongside the Zingster Strom in the central part of the Bodden. Furthermore, daily samples are also taken at two other sites, the Baltic Sea at Zingst with 13 parameters and the river Barthe with 15 parameters. The Barthe is the main inflow to the Barther Bodden. Besides nutrient concentrations, the measurements include trophy indicators, like Secchi depth, absorbance, pH-value, oxygen saturation, chlorophyll a concentration and seston content. In addition to the daily sampling, a monthly monitoring at 32 stations is carried out. The stations are investigated for the same parameters and their locations are spread evenly between the eastern bodden mouth towards the Baltic Sea, the so-called Gellen Strom, and the western part near Ribnitz, called Saaler Bodden.

The analysis of the long-time data progression illustrates the substantial changes of the salinity in the Bodden between 1961 and 2005. Until the end of the seventies the salinity increases in the lagoon above the average. Because of the climate changes follows in the eighties the salinity was under the average and in the nineties there was again a periode above the average. The salinity in the Baltic Sea (Seebrücke Zingst) and in the Bodden (Zingster Strom) and the changes to the previous year have a high significant correlation. Absolute changes of salinity from >1,1 PSU to the previous day are in winter, spring and autumn three times higher than in summer.

Keywords: Salinity, brackish lagoon, long-term observations, seasonality

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00005391

1 Einführung

GESSNER (1957) stellte die Darßer Brackgewässer als Gewässersystem mit vier perlschnurartig angeordneten Bodden von abgestuftem Salzgehalt dar. Er betrachtete aber die Salzgehaltsverhältnisse im Allgemeinen als ziemlich konstant, da es seiner Meinung nach dem Einfluss der Meeresströmungen weitgehend entzogen ist. Von HUPFER (1960) wurden durch Analyse ausgewählter Fallbeispiele die salinen Verhältnisse als sehr variabel eingeschätzt und das Auftreten von Salzfronten nachgewiesen. So ergab die raumzeitliche in situ Registrierung des Salzgehaltes während der synoptischen Boddenaufnahme 1972 im Grabow, dem östlichsten Bodden der Darß Zingster Gewässer, einen situationsbedingten Salzgradienten von 1,2 PSU/100 m (HUPFER et al. 1973). Synoptische Beprobungen in einem 500 m Raster zeigten die große Variabilität der räumlichen und zeitlichen Struktur der Isohalinen in den Boddengewässern (SCHLUNGBAUM et al. 1978, 1981). BROSIN (1965) analysierte die hydrographischen Verhältnisse unter Verwendung täglicher Messungen der Parameter Salzgehalt und Pegel am Messpunkt Zingster Strom und setzte damit den Beginn des Monitorings in den Darß Zingster Bodden. Die Datenbank dieses Monitorings (FOKEN 1977) ermöglichte HUPFER & FOKEN (1977), erste statistische Analysen des Salzgehaltes zwischen Ostsee und Bodden über den Zeitraum 1960 bis 1975 vorzunehmen. HUPFER (1992) erweiterte diese Analyse bis 1990 und kam zu dem Ergebnis, dass die Ursache der Salzgehaltsanomalien in den atmosphärischen Zirkulationsschwankungen liegen. Dagegen erbringen Salzwassereinbrüche von der Nordsee in die Ostsee nur eine episodenhafte Erhöhung im Bodden (BAUDLER 2004).

2 Material und Methoden

Die Hauptstationen des Monitorings (Abb. 1), an denen alle 24 Stunden Wasserproben entnommen werden, bilden die Station Zingster Strom (ZS) im Bodden nahe der Biologischen Station, die Station Ostsee Zingst (OZ) an der Seebrücke in der Ostsee vor Zingst und die Station Barthe Mündung (BaM) an der Barthebrücke in Barth, neben der Recknitz einer der Hauptzuflüsse im Ostteil der Darß Zingster Bodden. Die Beprobung dieses inneren Küstengewässers an der südlichen Ostseeküste erfolgt zwischen der Station Recknitz Mündung (RM) im Westen und der Station Gellen Strom (GS) im Osten, dem Zugang zur Ostsee zwischen den Inseln Bock und Hiddensee, an 13 Hauptstationen mit einem erweitertem Parameterprogramm sowie an 19 Nebenstationen mit einem eingeschränktem Parameterprogramm. In der Tab. 1 sind die gesamten 32 Stationen mit den zugehörigen Bezeichnungen der Betonung entsprechend der Seekartenausgaben zwischen 1972 und 1997 eingetragen, um die Zuordnung der Daten zu ermöglichen (SCHULTZE & VENTZ 1971). Tab.2 enthält dazu die geographischen Koordinaten. In der Tab.3 sind alle im Monitoringprogramm in Zingst im Bodden und der Ostsee erfassten Parameter mit der Jahresangabe über den Beginn der Zeitreihe aufgelistet, siehe auch SCHLUNGBAUM & BAUDLER (1996, 1999). Daneben liegen Monatsmittel für die Ostsee vor Zingst für die Wassertemperatur ab 1957, sowie für den Salzgehalt und den Pegel ab 1961 und

über den Zingster Strom für den Salzgehalt ab 1960 und den Pegel ab 1938 vor (FOKEN 1977).

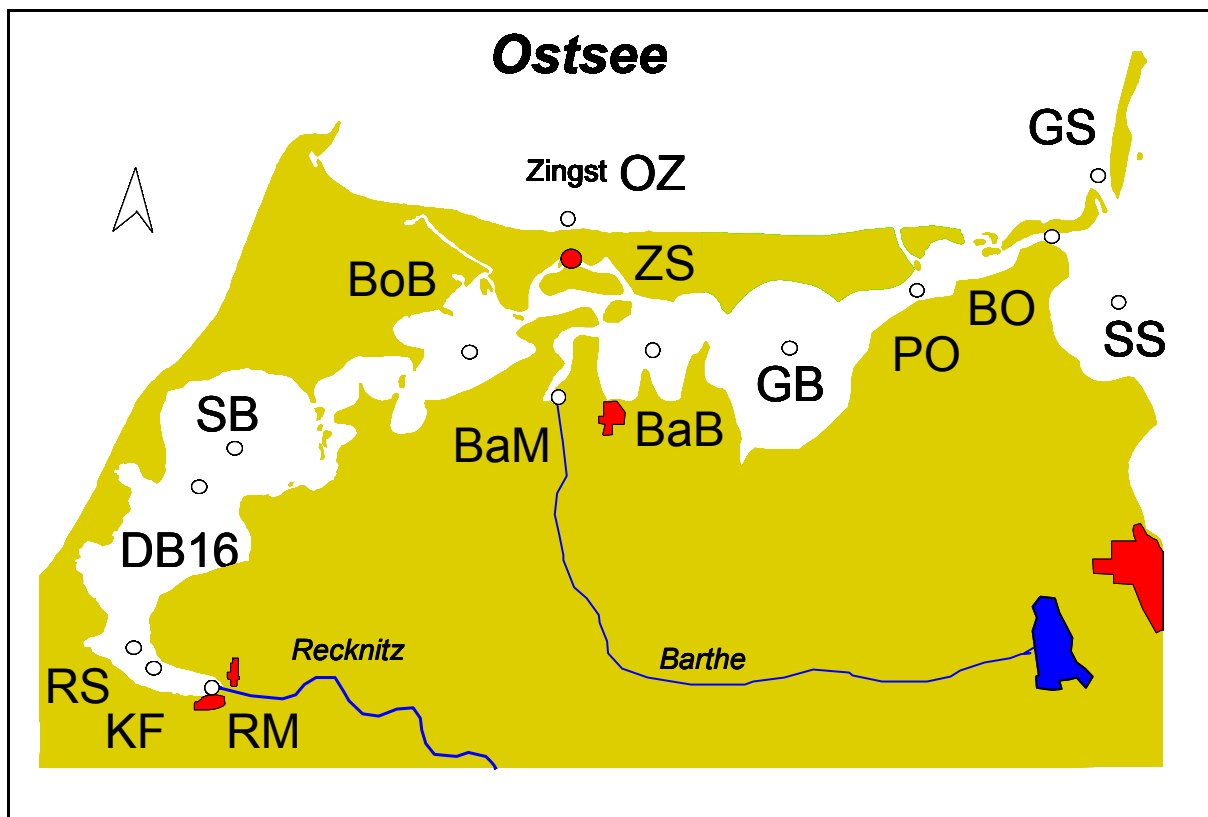


Abb. 1 Positionen der Monitoring Hauptstationen in den Darß Zingster Bodden. Legende der Stationen: OZ: Ostsee Zingst, ZS: Zingster Strom, BaM: Barthe Mündung, GS: Gellenstrom, SS: Strelasund, BO: Bock, PO: Pramort, GB: Grabower B., BaB: Barther B., BoB: Bodstedter B., SB: Saaler B., DB16, RS: Ribnitzer See, KF: Körkwitz Falle, RM: Recknitz Mündung.

Tabelle 1 Stationen des Monitorings in den Darß Zingster Bodden.
 Legende: LUNG: Landesamt für Umwelt, Natur und Geologie Güstrow (Nachfolger der WWD: Wasserwirtschaftsdirektion Küste Nord, Rostock), UNI: Universität Rostock, DB: Darßer Bodden, RM: Recknitz Mündung, KF: Körkwitz Falle, RS: Ribnitzer See, SB Saaler B., BoB: Bodstedter B., ZS: Zingster Strom, MBr: Müggenburger Brücke, BaB: Barther B., GB: Grabower B., PO: Pramort, BO: Bock, GS: Gellenstrom, SS: Strelasund.

Hauptstationen		Betonnung der Seekartenausgaben				
UNI	LUNG	1972	1983	1992	1995	1997
Westteil						
RM						
KF		M 97	6/23	R 64/R 71	R 64/R 71	R 100
RS	DB 19	L 96	4/21			R 98/R 77 - Ufer
		E 90	90/9	R 58	R 58	R 94
		C 88	86/5	R 56 A-R 67	R 56 C	R 90/Wu2
	DB 16	B 87	84/3			R 88-R 86
SB		A 86	82/1	R 56	R 56	R 84/A2
		Z 85	80/99	R 54-R 65	R 54/R 65	R 80/R 73
		L 66	42/69	R 49	R 42 B	R 56/R 55
		R	33	R 37	R 37	R 43
BoB	DB 10	I	17	R 34/R 33	R 34/R 33 A	R 44/R 37
		A	1	R 27	R 27	R 25
Ostteil						
ZS		MBr.*	MBr.*	MBr.*	MBr.*	MBr.*
		I 35	70/69	R 4	R 4	R 4
		E 32	66/63	R 5	R 5	R 5
BaB	DB 6	Z	49	B 67/R 1	B 65/R 1	B65/R 1
		K	17	B 30/B 71	B 96/B 69	B 96/B 69
		W 30	58/37	B 24/B 59	B 76/B 61	B 76/B 61
		I 27	54/17	B 53	B 66	B 66
GB	DB 2	D 25	50/7	B 47	B 53	B 53
		A 24	48/1	B 43	B 51	B 51
		R 22	44/81	B 39	B 45	B 45
PO	DB 1	L 21	42/71	B 18/B 33	B 46/B 37	B 46/B 37
		F 20	40/61	B 16/B 29	B 40/B 35	B 40/B 35
		A 19	38/51	B 25	B 34/B 29	B 34/B 29
		X 18	36/45	B 14/B 21	B 28/B 25	B 28/B 25
		U 17	34/39	B 12/B 17	B 22/B 21	B 22/B 21
BO		M 10	20/23	B 11	B 12/B 13	B 12/B 13
		A 1	2/1	B 4/B 3	B3/Bt 1	B3/Bt 1
GS		S 16	32/35	18/19	18/19	18/19
SS		E 27	56/61	35	35	35

Tabelle 2 Probennahmeorte, geographische Positionen (Koordinaten WGS 84, Wasser- und Schifffahrtsamt Stralsund 2003) der Bojen (Seekarte Nr. 1623, 1624 Ausgabe: 2004) in den Darß Zingst Bodden.
 Legende: [DB¹ bis [DB¹⁹ : Positionen der Probennahmeorte des LANDESAMTES FÜR UMWELT, NATUR UND GEOLOGIE MECKLENBURG VORPOMMERN (1996), Gewässergütebericht 1994.

Probenort / Boje	Abkürzung	Position	
Westteil			
Recknitz Mündung	RM	54° 15,12' N	12° 27,32' E
Ribnitzer See	RS		
R100		54° 15,3551' N	12° 24,9438' E
R98/R77-Ufer [DB ¹⁹		54° 15,8' N	12° 24,7' E
Saaler Bodden	SB		
R94		54° 16,7838' N	12° 23,8423' E
R90/Wu2		54° 18,8666' N	12° 25,5588' E
R88-R86 [DB ¹⁶		54° 20,1' N	12° 26,9' E
R84/A2		54° 21,1516' N	12° 28,1690' E
R80/R73		54° 20,6220' N	12° 30,5425' E
R55		54° 22,4323' N	12° 32,2571' E
Bodstedter Bodden	BO		
R43		54° 22,7970' N	12° 35,4935' E
R44/R37 [DB ¹⁰		54° 23,7' N	12° 37,4'E
R25		54° 24,5235' N	12° 39,4886' E
Ostteil			
Zingster Strom	ZS		
Zingst, Biologische Station		54° 25,7090' N	12° 41,1891' E
Müggenburg Brücke		54° 25,3268' N	12° 43,8311' E
Barther Bodden	BB		
R4		54°24,8080'N	12°45,1170' E
R5		54°24,2293'N	12°45,0785' E
R1/B65 [DB ⁶		54°23,7'N	12°45,0' E
Barth Hafen		54°22,29 'N	12°43,77' E
B96/B69		54°22,6703'N	12°43,9570' E
B76/B61		54°24,2183'N	12°47,1576' E
Grabow	GB		
B66		54°23,6586'N	12°48,8856' E
B53 [DB ²		54°23,5'N	12°50,3' E
B51		54°23,6705'N	12°52,9655' E
Werderinseln / am Bock	WB		
B45		54°24,3848'N	12°53,7715' E
B46/B37 [DB ¹		54°25,2'N	12°55,6' E
B40/B35		54°25,3531'N	12°56,4900' E
B34/B29		54°25,7326'N	12°57,3015' E
B28/B25		54°25,7782'N	12°58,2411' E
B22/B21		54°25,8906'N	12°59,2373' E
B12/B13		54°26,4933'N	13°00,5395' E
B2/Bt1		54°26,2680'N	13°02,3500' E
Gellenstrom	GS		
Ostsee 18/19		54°27,7480'N	13°03,5806' E
Strelasund 35		54°25,5105'N	13°03,2492' E

Tabelle 3 Parameter des Monitorings der Darß Zingster Bodden
 Legende zu den Probennahme- und Messstationen: **OZ**¹: Ostsee Seebrücke vor Zingst (1 Tag Zeitdifferenz), **ZS**²: Zingster Strom/Biologische Station (1 Tag Zeitdifferenz), **KEI**³: Zingster Strom/Biologische Station, kontinuierliche Messung im Projekt KEI: Untersuchungen zur Kurzzeitstabilität ausgewählter Eutrophierungs-Indikatoren im Zingster Strom (10 Minuten Zeitdifferenz) mit Tiefensonden (OXI 197S, pH 197S, Lf 197S), BAUDLER (2000, 2004), **BaM**⁴: Barthe Mündung/Brücke (1 Tag Zeitdifferenz), **DZB**⁵: Darß Zingster Bodden/Hauptstationen, Tab. 1, (1 Monat Zeitdifferenz), Parameter der Nebenstationen (Tab. 1): Salzgehalt, E720, E380, Methode: LANDESAMT FÜR UMWELT, NATUR UND GEOLOGIE MECKLENBURG VORPOMMERN (1998), Gewässergütebericht 1996/1997.

Parameter	OZ ¹	ZS ²	KEI ³	BaM ⁴	DZB ⁵	Methode, Gerät
Wassertemperatur	1976	1969	2000	1996	1969	Quecksilber
Salzgehalt	1960	1976	2000	1996	1969	Leitfähigkeit, Lf 96 (WTW)
Pegel	1976	1970	-	-	-	Pegellatte, Beobachtung
Strömung	-	1981	-	-	-	Einstrom/Ausstrom, Beobachtung
Ammonium-N	1990	1980	-	1996	1969	ISO 11732-E32, XION 500 (Dr. Lange)
Nitrit-N	1990	1980	-	1996	1969	ISO 13395, RFA 300 (ALPKEM)
Nitrat-N	1990	1980	-	1996	1969	nach Cd-Reduktor wie Nitrit-N
Gesamt-N	-	1996	-	-	1969	als NO ₃ -N nach oxidativem Druckaufschluss
Orthophosphat	1990	1980	-	1996	1969	EN 1189, RFA 300 (ALPKEM)
Gesamt-P	-	1998	-	-	1969	als PO ₄ -P nach oxidativem Druckaufschluss
Sichttiefe	-	1988	-	-	1969	Sichtscheibe
E720, E380	1990	1980	-	1996	1979	photometrisch, XION 500 (Dr. Lange)
pH	1990	1984	2000	1996	1969	pH 96 (WTW)
Sauerstoffsättigung	1998	1996	2000	1998	1970	DIN 38408G23, Clark-S., OXI 196 (WTW)
Sauerstoffgehalt	1998	1981	-	1998	1969	EN 25814, Clark-S., OXI 196 (WTW)
BSB ₅	1998	1998	-	1998	1969	DIN 38409H52, Clark-S., OXI 196 (WTW)
Seston	-	1998	-	1998	1998	DIN 38409H2-2, BP61S (SATORIUS)
Chlorophyll a	-	1998	-	1999	1998	DIN 38412-L16, XION 500 (Dr. Lange)
Chlorophyll aa	-	1998	-	1999	-	DIN 38412-L16, XION 500 (Dr. Lange)
Anzahl Parameter	13	20	4	15	17	

3 Ergebnisse zur Salzgehaltsanalyse

Ein Vergleich der Jahresmittel der Daten des Salzgehaltes mit der mittleren Häufigkeit der Ost (E)- und Nordost (NE)-Großwetterlagen für Mitteleuropa (Abb. 2) zeigt, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Luftdruckfeld über der Ostsee und dem Wasseraustausch im Bodden besteht (clima impact), da diese Wetterlagen einen höheren Pegel an der Außenküste und damit Einstrom in den Boddengewässern bewirken. Windrichtungen aus E und NE verursachen außerdem einen küstennahen Auftrieb (upwelling) von salzreichem Tiefenwasser und führen dadurch zu höherem Salzgehalt im Bodden (TINZ & HUPFER 2005). Die Großwetterlagen sind durch das PIK-Potsdam (Institut für Klimafolgenforschung, GERSTENGARBE & WERNER 2005) bestimmt, von HUPFER (1992) für die Perioden 1961/70, 1971/78 und 1979/90 analysiert, sowie durch TIESEL (pers. Mitteilung) um die Dekade 1991/2000 erweitert. Für den Bezugszeitraum 1976-2003 ergeben sich

als Mittelwerte für den Zingster Strom 5,6 PSU und für die Ostsee vor Zingst 10,5 PSU.

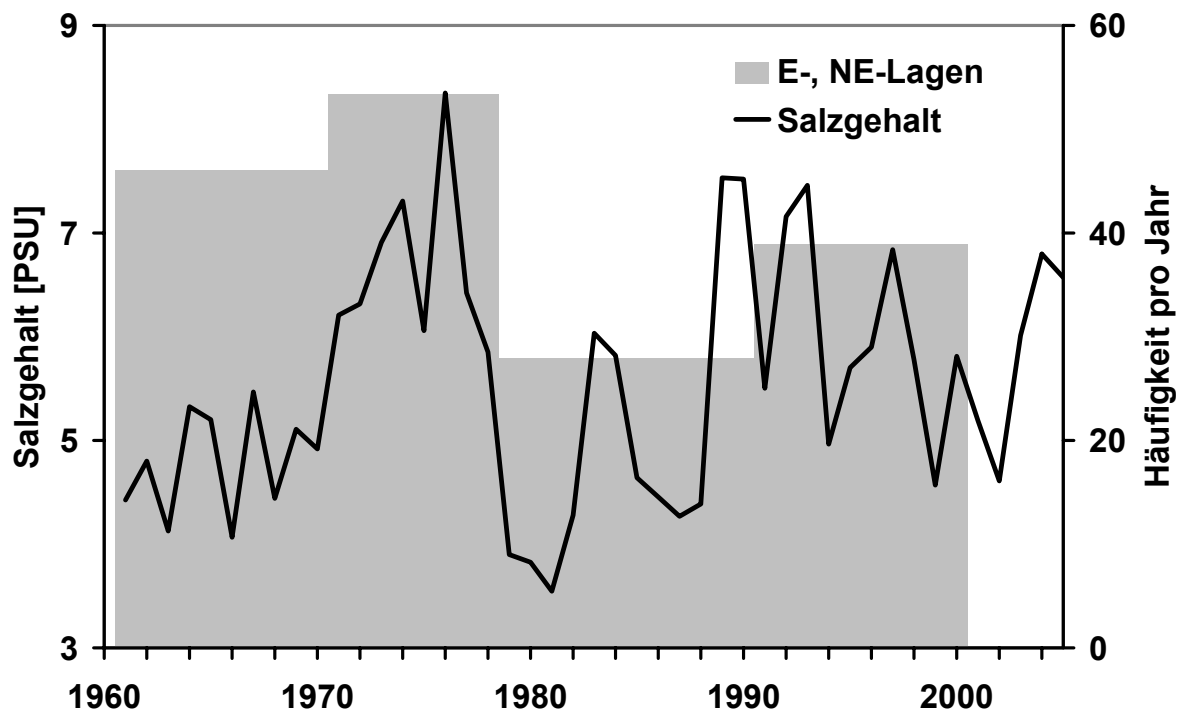


Abb. 2 Jahresmittel des Salzgehaltes Zingster Strom 1961-2005 und Häufigkeit der Ost (E)- und Nordost (NE)- Großwetterlagen, Daten PIK-Potsdam (GERSTENGARBE & WERNER 2005).

Die Analyse der 44 Jahre langen Datenreihen des Salzgehaltes der Ostsee vor Zingst und des Boddens im Zingster Strom (SCHUMANN et al. 2005) zeigt, dass 36 % der Variabilität der Jahreswerte des Boddens aus denen der Ostsee erklärbar sind (Abb. 3, links). Wird die Änderung der Salinität zum Vorjahr verglichen, so ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von $r=0,65$, so dass statistisch 42 % der Variabilitäten des Boddens durch die der Ostsee induziert werden (Abb. 3, rechts).

Die Abb. 4 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Salinitätsschwankungen $> 1,1$ PSU pro Tag bezogen auf die Gesamtheit der analysierten Daten pro Monat für den Bezugszeitraum 1976–2003 für Bodden und Ostsee. Die wenigsten absoluten Veränderungen traten an beiden Stationen im Sommer auf. In den anderen Jahreszeiten waren deutliche Salinitätsschwankungen von $>1,1$ PSU dreimal häufiger. In der Frühjahrszeit, bei Wassertemperaturen zwischen $5-15^{\circ}\text{C}$, traten derartige bedeutende Salzänderungen bis zur Häufigkeit 9 auf. Insgesamt kam es aber an < 10 % der Beobachtungen zu solcher Zu- oder Abnahme des Salzgehaltes an einer Station (SCHUMANN et al. 2005).

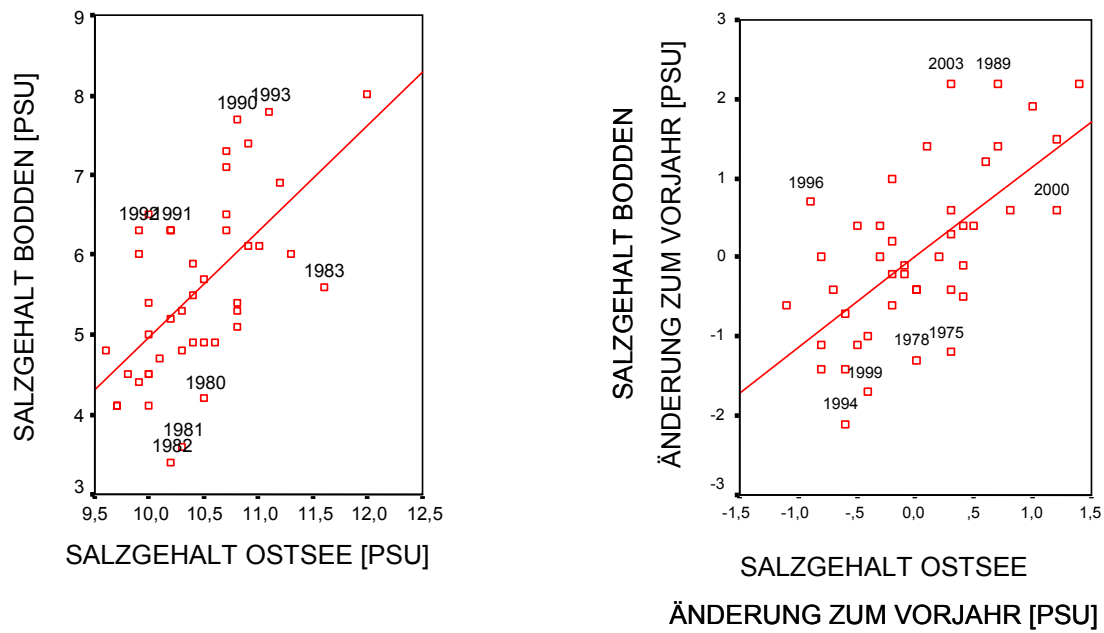


Abb. 3 Korrelation der Jahresmittel des Salzgehaltes von Ostsee und Bodden mit $r^2=0,36$ der Periode 1961 bis 2004 (links), Korrelation der Salzgehaltsänderungen zum Vorjahr von Ostsee und Bodden mit $r^2=0,42$ (rechts).

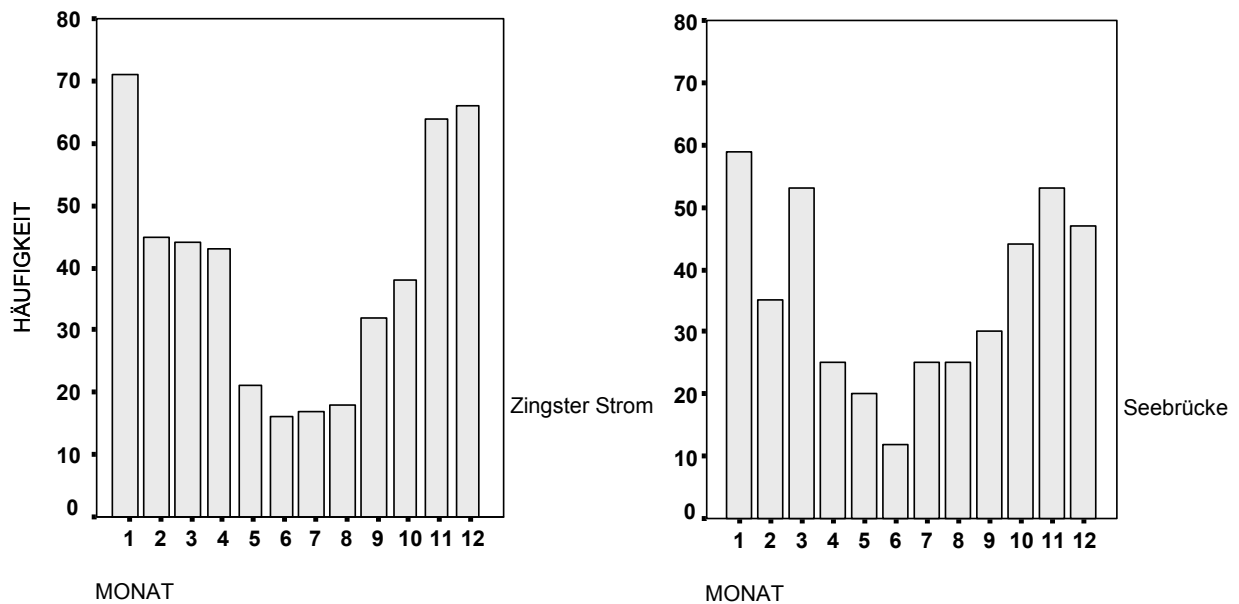


Abb. 4 Häufigkeit der Salzgehaltsänderungen > 1,1 PSU pro Tag für den Bezugszeitraum 1976-2003. Links: Zingster Strom, 10204 Daten, ca. 850 Daten/Monat; rechts: Seebrücke (Ostsee Zingst), 10111 Daten, ca. 840 Daten/Monat.

4 Diskussion

Die im Bodden (Zingster Strom) analysierten bedeutenden Änderungen des Salzgehaltes von $> 1,1$ PSU pro Tag beeinflussen nach SCHUMANN et al. (2005) nicht die empfindlichen Wachstumsphasen der Organismen im Frühjahr, da sie fast niemals mehr als 2 aufeinanderfolgende Tage andauern. Infolge des ständigen Wasseraustausches zwischen dem östlichen Bodden (Barther B.), der einen höheren Ostseewasseranteil enthält und dem eutropheren westlichen Bodden (Bodstedter B.) sind Trendanalysen für Parameter (Pflanzennährstoffe, Seston, Chlorophyll a), die die Gewässergüte bestimmen, sehr kompliziert.

5 Zusammenfassung

Die Darß Zingster Bodden, ein inneres Küstengewässer an der südlichen Ostseeküste, sind seit 1969 Untersuchungsobjekt des Fachbereiches Biologie der Universität Rostock. Mit Gründung der Laborstation Zingst im Jahre 1977 wurde das Parameterspektrum für das tägliche Monitoring an der Station Zingster Strom im zentralen Teil der Boddenkette von ehemals einem Parameter (Salzgehalt ab April 1960) auf insgesamt 20 Parameter erweitert. Hinzu kamen die täglich beprobten Stationen Ostsee Zingst mit 13 Parametern und Barthe, einem Hauptzufluss zum Barther Bodden, mit 15 Parametern. Neben der Messung der Nährstoffe beinhaltet das Monitoring die Eutrophierungsindikatoren Sichttiefe, Extinktion, pH, Sauerstoff, Chlorophyll a und Seston. Zwischen dem Zugang der Bodden zur Ostsee im Osten, dem Gellen Strom und dem innersten Bodden, dem Saaler Bodden im Westen bei Ribnitz, werden im monatlichen Monitoring-Programm 32 Stationen mit dem gleichen Parameterspektrum beprobt.

Die Analyse der Langzeit Datenreihe zeigt gravierende Veränderung des Salzgehaltes im Bodden zwischen 1961 und 2005. Bis Ende der 70er Jahre stieg der Salzgehalt im Bodden überdurchschnittlich an. Bedingt durch Klimaveränderungen folgte auf die 80er Jahre mit unterdurchschnittlichem Salzgehalt in den 90er Jahren wieder eine Periode mit eher überdurchschnittlicher Salinität. Der Salzgehalt in der Ostsee (Seebrücke Zingst) und im Bodden (Zingster Strom) sowie dessen Änderung zum Vorjahr korrelieren jeweils signifikant. Absolute Salinitätsschwankungen von $>1,1$ PSU zum Vortag treten bezüglich der Sommerzeit in den anderen Jahreszeiten dreimal häufiger auf.

Danksagung

Dem Meteorologischen Institut der Universität Leipzig, ehemals Maritimen Observatorium Zingst, sei gedankt für die kostenlose Nutzung der Schiffe ATAIR und IKARUS zur Bereisung der Boddengewässer vor Indienststellung der GAMMARUS der Universität Rostock im Juni 1979 sowie für die kostenlose Nutzung von Messdaten des Klimamessprogrammes Ostsee/Bodden, der Labore und Einrichtungen für Praktika der Meeresbiologie der Universität Rostock bis zur Eröffnung der Laborstation Zingst im September 1977.

Dem Staatlichen Amt für Umwelt und Natur Stralsund, ehemals WWD Küste-Warnow-Peene, sei gedankt für die kostenlose Nutzung der Schiffe WWD-I/10 und KLAUS STÖRTEBEKER sowie für die kostenlose Nutzung des Hafens am Zingster Strom zur Installation von Messanlagen und als Liegeplatz für das Schiff GAMMAREUS bis 1990. Der Autor bedankt sich herzlichst für die große Unterstützung der Universität Rostock und insbesondere des gesamten Institutes für Biodiversität bei der Schaffung der Station und ihrer ständigen Weiterentwicklung unter anderem als Basis für das Monitoring.

Dem Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommerns sei an dieser Stelle ebenfalls herzlichst gedankt für die Förderung des Projektes KEI (Untersuchungen zur Kurzzeitvariabilität ausgewählter Eutrophierungs-Indikatoren im Zingster Strom) seit September 2000.

Literatur

- BAUDLER, H. (2002): Projekt KEI. Untersuchungen zur Kurzzeitvariabilität ausgewählter Eutrophierungs-Indikatoren im Zingster Strom. 01.09.2000 – 31.08.2002. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Güstrow, Förderung: Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, Projekt-Nr. 2000: 54 S.
- BAUDLER, H. (2004): Projekt KEI. Untersuchungen zur Kurzzeitvariabilität ausgewählter Eutrophierungs-Indikatoren im Zingster Strom. 01.09.2002 – 31.08.2004. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Güstrow, Förderung: Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, Projekt-Nr. 2002: 63 S.
- BROSIN, H.-J. (1965): Hydrographie und Wasserhaushalt der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst. – Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Karl-Marx Universität Leipzig, 18: 281-380.
- FOKEN, W. (1977): Normalwerte Pegel, Salgehalt, Wassertemperatur und Niederschlag für Zingst. – Bericht, Karl-Marx-Universität, Sektion Physik, Arbeitsgruppe Ozeanologie: 55 S.
- GERSTENGARBE, F.-W. & WERNER, P. C. (2005): PIK Report No 100 Katalog der Grosswetterlagen Europas (1881-2004). Nach Paul Hess und Helmut Brezowsky, 6. verbesserte und ergänzte Auflage. Potsdam-Institut für Klimaforschung e.V.; 153 S.
- GESSNER, F. (1957): Die Brackgewässer Rügens und des Darß. – [In:] Meer und Strand. Berlin (Verlag der Wissenschaften): 341-358.
- HUPFER, P. (1960): Beitrag zum Problem des Wasseraustausches in der Boddenkette südlich des Darß. – Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, 4: 447-456.
- HUPFER, P. (1992): Zu Folgen von Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation für das Küstengebiet der westlichen Ostsee. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universität zu Berlin, Reihe Mathematik/Naturwissenschaften, 41: 69-78.
- HUPFER, P. & FOKEN, W. (1977): Zum Verhalten des mittleren Salzgehaltes an der Ostsee- und Boddenküste von Zingst im Zeitraum 1961/75. – [In:] HUSS-MEDIEN GMBH (Hrsg.): Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 3: 83-85; Berlin.
- HUPFER, P.; SCHLUNGBAUM, G. & VENTZ, D. (1973): Der Salzgehalt in den Boddengewässern während der synoptischen Boddenaufnahme 1972. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Mathematisch Naturwissenschaftliche Fakultät, 22: 1079-1083.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATUR UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (LUNG) (1996): Gewässergütebericht Mecklenburg-Vorpommern 1994: Gütezustand der oberirdischen Gewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern, 187 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATUR UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (LUNG) (1998): Gewässergütebericht Mecklenburg-Vorpommern 1996/1997: Zustand und Entwicklung der Gewässergüte von Fließ-, Stand- und Küstengewässern und der Grundwasserbeschaffenheit in Mecklenburg-Vorpommern, 140 S.
- SCHLUNGBAUM, G. & BAUDLER, B. (1996): Gewässergütebericht I für die Darß-Zingster Boddenkette 1994-1995 – mit Vergleichen zur Langzeitentwicklung. – Forschungsbericht, Universität Rostock, Angewandte Ökologie: 133 S.; Literatur 4 S.; Bibliographie 21 S.

- SCHLUNGBAUM, G. & BAUDLER, B. (1999): Gewässergütebericht II für die Darß-Zingster Boddenkette 1996-April 1999. – Forschungsbericht, Universität Rostock, Angewandte Ökologie. Teil 1 Bericht: 138 S.
- SCHLUNGBAUM, G.; NAUSCH, G.; ARLT, G.; STOLLE, S & STELLMACH, C. (1978): Sedimentchemische Untersuchungen in Küstengewässern der DDR. VII. Spezielle Untersuchungen zur Qualität der Sedimentoberflächenschicht des Barther Boddens. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe, 27: 405-416.
- SCHLUNGBAUM, G.; NAUSCH, G.; NESSIM, R. B.; ARLT, G. & STOLLE, S (1981): Sedimentchemische Untersuchungen in Küstengewässern der DDR. XIII. Spezielle Untersuchungen zur Beschaffenheit der Sedimentoberflächenschicht des Grabow. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe, 30: 79-91.
- SCHULTZE, U. & VENTZ, D. (1971): Ergebnisbericht über physikalisch-chemische Untersuchungen der Wasserbeschaffenheit der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst (1969-1970) – Wasserwirtschaftsdirektion Küste-Warnow-Peene, Büro für Entwicklung und Forschung, Stralsund, S. 5.
- SCHUMANN, R.; BAUDLER, H.; GLASS, Ä.; DÜMCKE, K. & KARSTEN, U. (2006): Long-term observations on salinity dynamics in a tideless shallow lagoon of the Southern Baltic Sea coast. – Journal of Marine Systems, 60: 330-344.
- TINZ, B. & HUPFER, P. (2005): Auftrieb von Tiefenwasser an der deutschen Ostseeküste: Ein Fallbeispiel. – Promet: 77-79.

Autor

Dr. Henning Baudler
Institut für Biowissenschaften/Aquatische Ökologie
Abteilung Angewandte Ökologie
Universität Rostock
Biologische Station Zingst
Mühlenstr. 27
D-18374 Ostseeheilbad Zingst

E-mail: henning.baudler@uni-rostock.de